

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
Döppersberg 19
D-42103 Wuppertal

Ansprechpartner:

Dr. Hans-Jochen Luhmann

Senior Expert

Email: jochen.luhmann@wupperinst.org

Tel.: +49 (0) 202 2492 133

Prof. Dr. Manfred Fischedick

Vizepräsident

Email: manfred.fischedick@wupperinst.org

Tel.: +49 (0) 202 2492 121

Fraunhofer-Institut für Solare
Energiesysteme ISE
Heidenhofstraße 2
D-79110 Freiburg

Ansprechpartner:

Stephan Schindele

Projektleiter Agrophotovoltaik

Email: stephan.schindele@ise.fraunhofer.de

Tel.: +49 (0) 761 4588 5961

Freiburg, 21. August 2014

Stellungnahme zur BMWi-Konsultation

„Eckpunkte für ein Ausschreibungsdesign für Photo- voltaik-Freiflächenanlagen.“

Agrophotovoltaik (APV) als ressourceneffiziente Landnutzung.

Mit Unterstützung von:

Universität Hohenheim,
Fakultät Agrarwissenschaften

Institut für Kulturwissenschaften, Koordination für ökologischen Landbau und
Verbraucherschutz (340d), Dr. Sabine Zikeli

Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie, Fachgebiet Pflanzenökologie und
Ökotoxikologie (320b), Dr. Petra Högy



und

Hans-Josef Fell, Kurator Fraunhofer ISE und ehem. MdB (1998-2013)

Zusammenfassung

Die Bundesregierung ist in § 55 Abs. 1 Satz 1 EEG 2014 verpflichtet, die „finanzielle Förderung“ für „Freiflächenanlagen“ (nach produziertem Strom oder errichteter Leistung) qua Ausschreibungen zu ermitteln – und dafür eine Rechtsverordnung (Mandat in § 88) zu erlassen.

„Freiflächenanlage“ ist in § 5 Nr. 16 EEG 2014 bereits legal (abgrenzend) definiert. Bezug wird dort auf dasjenige genommen, an oder auf das „eine Anlage zur Erzeugung von solarer Strahlungsenergie angebracht ist“, also die Trägerstruktur der Anlage im engeren Sinne. Diese Trägerstruktur wird als „Gebäude oder sonstige bauliche Anlage“ (im Folgenden „Bauten“) bestimmt. Als Freiflächenanlage sind dort all jene Anlagen zur Erzeugung solarer Strahlungsenergie definiert, die entweder nicht an Bauten installiert sind oder, sofern doch an Bauten, dann zumindest an solchen, die nicht „vorrangig zu anderen Zwecken als der Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie errichtet worden“ sind.

Wir weisen darauf hin, dass in technischer Hinsicht zwischen zwei Arten von Photovoltaik Freiflächentechnologien (PV-FFT) unterschieden werden kann, die beide die Legaldefinition von Photovoltaik-Freiflächenanlage (PV-FFA) in § 5 Nr. 16 EEG 2014 erfüllen:

(a.) Herkömmliche Photovoltaik-Freiflächenanlage (HPV-FFA), die knappe Böden aus der landwirtschaftlichen Nutzung nimmt und damit einen gleichzeitigen Anbau von Nahrungsmitteln auf den beanspruchten Nutzflächen unmöglich macht und die momentan als „Sondergebiet Photovoltaik“ in den Flächennutzungsplänen ausgewiesen und der Nutzungskategorie „Siedlungs- und Verkehrsflächen“ zugerechnet wird.

(b.) Agrophotovoltaik (APV-FFA), im Folgenden zu „APV“ abgekürzt, die den Bodenverbrauch minimiert, gleichzeitigen Anbau von Nahrungsmitteln auf derselben Fläche ermöglicht und die als „Sondergebiet Agrophotovoltaik“ ausgewiesen und somit nicht der Nutzungskategorie „Siedlungs- und Verkehrsflächen“ zugewiesen werden könnte. APV-Anlagen nutzen Synergieeffekte zwischen der Landwirtschaft und den PV-Systembetreibern, um bspw. die operativen Kosten (Betriebsführung und Instandhaltung) des PV-Systems und des landwirtschaftlichen Betriebs zu senken. Die simultane Landnutzung durch Energie- und Nahrungsmittelproduktion steigert die ökologische und ökonomische Landnutzungseffizienz.

Auf Grund der beiden unterschiedlichen zur Verfügung stehenden PV-FFT (HPV-FFA und APV) empfehlen wir hinsichtlich der Gestaltung der Verordnung nach § 88 EEG 2014 das Folgende:

I) Bei der anstehenden weitergehenden Operationalisierung der Legaldefinition von „(PV-)Freiflächenanlagen“ in § 5 Nr. 16 EEG 2014 für Folgendes Sorge zu tragen:

1. Dass die technologische Option APV, gegen den Wortlaut des Gesetzes, nicht definitorisch ausgeschlossen wird.
2. Dass die Formulierung in der Legaldefinition „vorrangig zu anderen Zwecken“ nicht zu einem Ausschluss sämtlicher synergetischer technologischer Ansätze gebraucht wird.

II) Zur Ausweitung der HPV-FFA-Flächenkategorien, die wir generell befürworten, folgende Punkte:

Gemeinsam ist allen folgenden Punkten das Ziel, unterschiedliche Flächenwertigkeiten durch eine geeignete Metrik in das quantifizierte Ausschreibungsergebnis eingehen zu lassen. Dies bedeutet konkret:

3. Die Flächenkulisse soll ausgeweitet werden, indem Nutzungsflächen mit unterdurchschnittlicher Ackerzahl (also Böden mit einer Bonität von <62, auf denen sich geringere Ernteerträge erzielen lassen) einbezogen werden.

- 4.** Die maximale Breite von Streifen sollte entlang Autobahnen und Schienen, die bei der EEG-Vergütung für PV-Strom berücksichtigt werden können, von 110 auf 200 m vergrößert werden.
- 5.** Eine nachhaltige und ressourcenschonende Gestaltung der Flächennutzung auf kommunaler Ebene in Deutschland, die nicht primär ökonomisch ausgerichtet ist, ist anzustreben. Im Hinblick auf die weltweite Ernährungssituation ist ein verantwortungsvoller, ressourcenschonender Umgang mit den in Deutschland verfügbaren fruchtbaren Böden essenziell. Diese beiden Maximen bedeuten für PV-Freiflächenanlagen: Eine exklusive Nutzung zur Stromerzeugung anstelle einer Nahrungsmittelproduktion ist auf Böden mit hoher Bonität ethisch nicht vertretbar.
- 6.** Wir empfehlen, kommunal festgelegte Vorrangflächen für HPV-FFA (und APV) im Bieterverfahren bevorzugt zu berücksichtigen.

III) Für die Integration von APV in das Ausschreibungsdesign empfehlen wir:

- 7.** Dass für HPV-FFA und APV getrennte Lose ausgeschrieben werden.
- 8.** Dass zusätzlich zu den 600 MWp pro Jahr für HPV-FFA
 - a. in 2015 100 MWp für APV
 - b. ab 2016 200 MWp für APV

ausgeschrieben werden.

- 9.** Für die APV-Systemtechnologie eine Ausweitung der Flächenkulisse auf alle Flächen, da bei APV der Flächenverbrauch minimal ist und die landwirtschaftlichen Flächen weiterhin für die Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung stehen. Dies zeigen beispielsweise die in Frankreich und Japan installierten APV-Anwendungen, die die prinzipielle Machbarkeit im Acker- und Gemüsebau demonstrieren.
- 10.** V.a. sollten auch Sonderkulturen Berücksichtigung finden, bei denen bereits existierende Strukturen leicht mit APV kombiniert werden können (Obst-, Wein-, Hopfenbau), wie bspw. die in Italien installierte APV-Systemtechnik als Resilienzkonzept im Weinbau zur Anpassung an den Klimawandel (siehe Kapitel 3 für weitere Informationen).
- 11.** Die Auflage eines begleitenden Forschungs- und Entwicklungsprogramms, das die Erforschung noch offener Fragestellungen (z.B. im Bereich Systemtechnik, Praxistauglichkeit, gesellschaftlicher Akzeptanz etc.) im Feld der APV-Technologie und insbesondere die Übertragbarkeit in Drittländer im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit ermöglicht.

1. Hintergrund

Folgen des Ausbaus erneuerbarer Energien

Gewohnte Landschaftsbilder werden zunehmend durch erneuerbare Energien (EE) bestimmt. Dieser Wandel hin zu einer Kulturlandschaft neuen Typs erhöht den Nutzungsdruck auf den ländlichen Raum. Landwirtschaftlich nutzbare Böden sind jedoch – v.a. auch aus globaler Perspektive – eine wertvolle, begrenzte Ressource, deren Verfügbarkeit stetig sinkt¹. In Anbetracht dessen ist abzusehen, dass der angestrebte Ausbau von photovoltaischen Freiflächenanlagen (PV-FFA) zu einer steigenden Flächennachfrage² und damit zu neuen Dimensionen in der Flächennutzungskonkurrenz sowie ökonomischen, ökologischen, politischen und gesellschaftlichen Konfliktkonstellationen führen könnte. In dieser Stellungnahme möchten wir darauf hinweisen, dass in technischer Hinsicht zwischen zwei Arten von Photovoltaik-Freiflächenanlagentechnologien unterschieden werden kann, die beide die Legaldefinition von PV-FFA erfüllen. Zum einem ist das die herkömmliche PV-FFA-Technologie (HPV-FFA) und zum anderem ist das die Agrophotovoltaik-Freiflächentechnologie (APV, bzw. APV).

Vor diesem Hintergrund kommt der Beantwortung der Fragen, (a) welche Flächenkategorien für den Ausbau der HPV-FFA genutzt werden sollen und (b) ob die flächenverbrauchende Einzweck-Technologie HPV-FFA die einzige technologische Option im Rahmen des Ausschreibungssystems für PV-FFA ist, große Bedeutung zu. Ein Lösungsansatz für die Zielkonflikte und Wertungswidersprüche innerhalb des ländlichen Raums könnte in einer intelligenten ressourceneffizienten Doppelnutzung von landwirtschaftlichen Flächen bestehen, denn die gleichzeitige Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie und von Ackerfrüchten muss schließlich kein Gegensatz sein.

Eine solche Systemtechnologie steht in Form der so genannten APV zur Verfügung. Die APV-Systemtechnik (mehr Informationen im Anhang) ist ein Anbausystem zur Produktion von landwirtschaftlichen Gütern unterhalb von PV-Modulen. APV-Anwendungen können in drei Kategorien unterteilt werden, (a.) Ackerbau, (b.) Sonderkulturen, bspw. Obst-, Hopfen-, und Weinbau sowie (c.) Nutztierhaltung, bspw. APV-Weidesysteme mit Wiederkäuern (Schafe, Kühe) oder Hühnerhaltung. Diese Art der PV-FFA-Technologie legt daher keine landwirtschaftlichen Nutzflächen still und ermöglicht die simultane Erzeugung von PV-Strom und Produktion von Nahrungsmitteln. APV erhöht die Flächennutzungsrate erheblich und ermöglicht somit, eine Entschärfung des dargestellten Landnutzungskonflikts und eine Einkommensdiversifizierung im landwirtschaftlichen Sektor. Zugleich bietet APV auch denjenigen Kulturen Schutz vor Strahlungsstress, die unter der zunehmenden UV-B Strahlung leiden bzw. von einer Beschattung profitieren. Als Ergänzung zur HPV-FFA-Technologie bietet APV dem Agrarsektor die Chance, eine ökologisch und ökonomisch nachhaltige Bewirtschaftungsmöglichkeit zu etablieren, indem Synergieeffekte zwischen der Landwirtschaft und der Energiewirtschaft gezielt genutzt werden.

Auslegung des Mandats für „kosteneffizienteren“ EE-Ausbau

Durch das reformierte Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2014) soll der geplante EE-Ausbau in Deutschland „kosten-effizienter“ erreicht werden.³ Ausschreibungen, die ab 2017 über sämtliche EE-Technologien hinweg das Mittel der Wahl sein sollen, so die Vereinbarung zwischen der Generaldirektion (GD) Wettbewerb der Europäischen Union und der Bundesregierung, sind dazu ausersehen, dazu einen bestimmenden Beitrag zu leisten. „Kosten“ ist dabei der undefinierte Schlüsselbegriff. Jegliches Ausschreibungsdesign enthält, mindestens implizit, eine Definition von „Kosten“, auf deren Minimierung hin das Design angelegt ist.

¹ Absolute Ackerfläche nimmt zwar zu, jedoch nicht so stark wie Bevölkerungswachstum, weshalb die relative Fläche pro Kopf abnimmt. Außerdem ist ein großer Teil von Degradation beeinträchtigt, was die Produktivität reduziert. (vgl. International Food Policy Research Institut, <http://www.ifpri.org>)

² 1 MWp installierte PV-FFA beansprucht ca. 2 Hektar Fläche. Eine jährliche installierte PV-FFA-Leistung von 600MWp würde daher ca. 1.200 Hektar Fläche – oder ca. 1.500 Fußballplätze – pro Jahr verbrauchen.

³ So formuliert in der Begründung zu § 2 Abs. 5 EEG 2014. Der dort verwendete Begriff lautet „kostengünstiger“.

Das BMWi-Eckpunktepapier für ein Ausschreibungsdesign für PV-FFA beschreibt einen sehr speziellen Weg zu höherer Kosteneffizienz. Vorgeschlagen wird, in einem ersten Schritt die Förderhöhe für Strom aus PV-FFA wettbewerbsfähig über Ausschreibungen zu ermitteln. Das Eckpunktepapier schlägt damit vor, das aus dem Zuschlag aufgrund der Ausschreibung resultierende Fördervolumen (EEG-Umlage) zum bestimmenden Kostenbegriff zu machen. Zweck des Verfahrens ist, anhand der Pilotausschreibungen erste Erfahrungen mit dem neuen Förderinstrument zu sammeln. Die Pilotausschreibungen dienen der Entwicklung des Konzepts, gemäß welchem ab 2017 die Förderhöhe grundsätzlich über Ausschreibungen ermittelt wird. Vor dem Hintergrund dieser Funktion der Pilotausschreibungen wird davor gewarnt, mit einem unzulässig verengten Kostenbegriff auch nur probenhalber einzusteigen. Gegenstand der Pilotausschreibungen, um deren Design es in dieser Konsultation geht, sind „Freiflächen-Anlagen“ anstatt wie hier empfohlen „Freiflächen-Technologien“. Eine unterschiedliche Flächenwertigkeit aus der Bewertung des Ausschreibungsergebnisses auszuschließen, kann offenkundig nicht zu einem Ergebnis führen, das dem Mandat erhöhter Kosteneffizienz genügt. Man sollte mit dem untauglichen Versuch deshalb auch nicht beginnen, oder von Beginn an die Kostenentwicklungspotentiale weiterer PV-FFA-Technologien im Ausschreibungsmodell berücksichtigen. Details zu den Hintergründen zur Herausforderung für eine kosteneffiziente Energiewende und zur Kostenentwicklung von HPV-FFA und deren EEG-Einspeisevergütung sind im Anhang, Teil 2, dieser Stellungnahme enthalten.

Geschäftsmodelle für PV-FFA ab 2020 und Diskussion um Landnutzungskonflikte

Die geringeren Investitionskosten steigern die Wettbewerbsfähigkeit der PV-FFA-Technologie gegenüber anderen konventionellen und EE-Stromerzeugungsquellen. Mittelfristig ist es denkbar, dass PV-FFA-Projektierer Geschäftsmodelle entwickeln, die unabhängig von einer staatlichen Förderung, den EE-Ausbau in Deutschland fördern. Zudem wird die gestiegene PV-FFA Wettbewerbsfähigkeit zu einer geringeren Markteintrittsbarriere für Landwirte, Stadtwerke, Bürgergenossenschaften und anderen lokalen Akteuren führen. Da der Betrieb einer HPV-FFA um ein Vielfaches lukrativer ist als die ausschließlich landwirtschaftliche Nutzung derselben Ackerfläche, haben Landwirte und -eigentümer aufgrund des im Landwirtschaftssektor vorherrschenden hohen ökonomischen Drucks großes Interesse daran, die ohnehin knappe Ressource Boden von der Nahrungsmittelproduktion zur Energieerzeugung umzuwidmen. Es ist zwar absehbar, dass sich das Wertschöpfungsverhältnis zwischen Nahrungsmittelproduktion und Energieerzeugung durch den Anstieg der Lebensmittelpreise und die Abnahme von Energiekosten tendenziell angleichen wird. Dennoch kann die Teilnahme eines Landwirts am Energiemarkt durch den Einsatz von EE zusätzlich der Diversifizierung seines Einkommens dienen und dadurch sein Betriebsrisiko senken. Auch der rasante Ausbau von HPV-FFA in den Jahren 2004-2010 belegt, dass Landwirte die damalige Förderstruktur gut angenommen haben und großes Interesse an HPV-FFA haben. Damit die EE-Ausbauziele bis 2050 erreicht werden und da nur in seltenen Fällen der durch PV-FFA erzeugte PV-Strom von einem lokalen Nutzer vollständig verbraucht werden kann (etwa bei stark unterdimensionierten Anlagen), ist mittelfristig eine gesicherte Vergütung über EEG-Einspeisung oder EEG-Direktvermarktungsausgleich notwendig, um Investitionen zu fördern und die Abnahme von Reststrommengen zu sichern. Zusätzlich zu dieser Förderung wird jedoch der kommunale Flächennutzungsplan ein zentrales Steuerungselement zum Ausbau von PV-FFA sein. Dies führt dazu, dass sich der politische Druck auf lokale Entscheidungsträger erhöht, indem kommunale Bebauungspläne dahingehend modifiziert werden sollen, dass PV-FFA-Projektierungen ermöglicht werden. Durch die verringerte Notwendigkeit zur EE-Förderung in Zukunft, nimmt die Steuerungsfunktion des Bundes tendenziell ab und beschränkt sich mehr auf die Netzintegration und EE-Verteilung, anstatt auf Investitionen in PV-FFA-Leistung.

Allerdings zeigte sich auch – wie zu Recht im Eckpunktepapier angeführt –, dass diese Art von PV-FFA-bedingtem Flächenverbrauch zu Akzeptanzproblemen in der (lokalen) Bevölkerung führen kann, bspw. durch die Einschränkung der heimischen Nahrungsmittelproduktion. Zur Abmilderung

dieses Konflikts wurde bekanntermaßen in der EEG 1.0-Novelle 2010 die Vergütung für HPV-FFA auf landwirtschaftlichen Flächen stark eingeschränkt⁴.

Im Eckpunktepapier wird auch die Frage aufgeworfen, auf welchen Flächen zukünftig HPV-FFA installiert werden sollen. Fakt ist, dass kaum noch geeignete Konversionsflächen verfügbar sind⁵ und auch die Flächen in den restlichen, momentan zugelassenen Kategorien bei weitem nicht ausreichen, um die geplanten PV-Kraftwerke von 600 MWp pro Jahr installieren zu können. Ein vollständiger Wegfall der Flächenbeschränkung würde einen Flächenverbrauch von rund 1.200 ha/a bedeuten. Bis 2020 addiert sich der Flächenbedarf für HPV-FFA auf ca. 6.000 ha bzw. 7.700 Fußballplätze. Momentan gelten HPV-FFA – unabhängig von dem jeweiligen Untergrund bzw. der vorausgehenden Nutzung – als „Sondergebiet Photovoltaik“ und werden der Nutzungskategorie „Siedlungs- und Verkehrsflächen“ zugerechnet. Derzeit beläuft sich der Flächenverbrauch im Bereich Siedlungs- und Verkehrsflächen auf etwa 25.000 ha/a in Deutschland (Stand: 2012). Dem steht das in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie festgeschriebene Ziel im Bereich Bodenschutz entgegen, den Flächenverlust hierfür ab 2020 auf lediglich 10.950 ha/a zu begrenzen. Dem Ausbau der HPV-FFA würden somit ca. 10% der festgehaltenen Zielsetzung des Flächenverlusts ab 2020 zugerechnet werden, obwohl die Zielsetzung (ohne Ausbau von HPV-FFA) bereits heute als kaum mehr erreichbar angesehen wird. Weitere Details zur Diskussion um Landnutzungskonflikte in Deutschland und weltweit sind im Anhang, Teil 3, dieser Stellungnahme enthalten.

2. Herleitungen und Auswirkungen der Empfehlungen

Das Wuppertal Institut und Fraunhofer ISE empfehlen auf Grund der beiden unterschiedlichen zur Verfügung stehenden PV-FFA-Technologien (HPV-FFA und APV) hinsichtlich der Gestaltung der Verordnung nach § 88 EEG 2014 das Folgende:

I) Bei der anstehenden weitergehenden Operationalisierung der Legaldefinition von „(PV-) Freiflächenanlagen“ in § 5 Nr. 16 EEG 2014 für Folgendes Sorge zu tragen:

1. Dass die technologische Option APV, gegen den Wortlaut des Gesetzes, nicht definitorisch ausgeschlossen wird. Es gilt insbesondere zu vermeiden, dass implizit die HPV-FFA als einzige Technologie bzw. Option genommen wird, welche die Legaldefinition von „Freiflächenanlage“ erfüllt. Dieser (implizite) Schluss wäre nach unserer Auffassung irrtümlich, ein Ausschluss qua Begriff deshalb ungerechtfertigt.

„Freiflächenanlage“ ist in § 5 Nr. 16 EEG 2014 bereits legal abgrenzend definiert. Bezug wird dort auf dasjenige genommen, an oder auf das „eine Anlage zur Erzeugung von solarer Strahlungsenergie angebracht ist“, also die Trägerstruktur der Anlage im engeren Sinne. Diese Trägerstruktur wird eingrenzend als „Gebäude oder sonstige bauliche Anlagen“ (im Folgenden „Bauten“) bestimmt. Als Freiflächenanlagen sind dort all jene Anlagen zur Erzeugung solarer Strahlungsenergie definiert, die entweder nicht an Bauten installiert sind, sofern doch an Bauten, dann zumindest an solchen, die nicht „vorrangig zu anderen Zwecken als der Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie errichtet worden“ sind. Da APV definitorisch nicht an oder von „Bauten“ getragen werden, erfüllen sie die Anforderungen der Definition von „Freiflächenanlage“ in § 5 Nr. 16 EEG 2014.

2. Die Formulierung in der Legaldefinition „vorrangig zu anderen Zwecken“ soll nicht dazu führen, dass technologische Ansätze, die zwei (oder mehr) Zwecken zu dienen vermögen, generell ausgeschlossen werden. Das entspräche (a) nicht der Definition, und (b) wäre es auch davon unabhängig unsinnig, das Ziel höherer Kosteneffizienz gerade dadurch erreichen zu wollen, dass sämtliche synergetische Ansätze, die fast schon definitorisch in einer höheren Effizienz-Klasse spielen, ausgebremst werden.

⁴ Die deutsche Gesetzgebung diente dabei anderen Ländern als Vorbild, die daraufhin ebenfalls den PV-FFA-Ausbau stark einschränkten (z.B. Rumänien, Frankreich). Es ist zu erwarten, dass auch das künftige Ausschreibungsdesign globale Auswirkungen auf die Gesetzgebung haben wird und Deutschland sich seiner Vorreiterrolle bewusst sein sollte.

⁵ PV Magazine, Die Nadel im Heuhaufen, Kategorie:07 / 2011, Daniela Becker/Sandra Enkhart

II) Zur Ausweitung der HPV-FFA-Flächenkategorien, die wir generell befürworten, die folgende Punkte, denen gemeinsam die Forderung ist, unterschiedliche Flächenwertigkeiten durch eine geeignete Metrik in das quantifizierte Ausschreibungsergebnis einfließen zu lassen. Im Konkreten:

3. Da schon heute der Landwirtschaftssektor mit der Energiewirtschaft um dieselben knappen Flächen in Konkurrenz steht, erachten wir eine vollständige Aufhebung der Flächenbeschränkung nicht für sinnvoll. In Anbetracht der Tatsache, dass wir im globalen Vergleich in Deutschland über äußerst fruchtbare Böden verfügen, ist es unter moralischen und ethischen Gesichtspunkten notwendig, diese wertvollen Ressourcen entsprechend zur Nahrungsmittelproduktion zu nutzen. Die Thematik der Bodenverknappung und der dadurch eingeschränkten Nahrungsmittelproduktion sollte als globales Problem auf lokaler Ebene verstanden werden, weil dort die Entscheidungen getroffen werden die in der Summe die Notwendigkeit von Nahrungsmittelimport definieren und die Nahrungsmittelproduktion für den heimischen Markt andernorts einschränken.

Für den Ausbau der HPV-FFA empfehlen wir, dass die Flächenkulisse ausgeweitet wird, indem Nutzungsflächen mit unterdurchschnittlicher Ackerzahl (also Böden einer Bonität $<62^6$, auf denen sich geringere Ernteerträge erzielen lassen) einbezogen werden. Allerdings besteht bei einer Fortführung der bestehenden Einschränkungen die Gefahr, dass die festgelegten Ausbauziele für EE und PV-FFA aufgrund fehlender geeigneter Flächen nicht erreicht werden. Deshalb empfehlen wir eine leichte Ausweitung der potentiell in Frage kommenden Flächen zur Installation von PV auf Freiflächen. Die Ausweitung sollte sich jedoch auf unterdurchschnittlich fruchtbare Ackerflächen beschränken. Als geeignetes Kriterium erscheint die Ackerzahl, die ein Maß für die Bonität landwirtschaftlicher Flächen unter Einbezug der am Standort vorherrschenden klimatischen Bedingungen ist. Für eine Neuregulierung müsste dann ein sinnvoller Grenzwert für die Installation von HPV-FFA definiert werden, bspw. der flächengewichtete Durchschnittswert Deutschlands von 62. Dieses Vorgehen wäre im Prinzip eine Fortsetzung des bislang eingeschlagenen Weges, da die „minderwertigsten“ Flächen (z.B. Konversionsflächen etc.) bereits genutzt werden und nun die nächste Bonitätsstufe in die EE-Förderung integriert würde.

Der kommunale Flächennutzungsplan wird ein zentrales Steuerungselement zum Ausbau von PV-FFA werden. Bei der Feinjustierung des neuen Ausschreibungsmodells sollten daher die Instrumente der Raumordnungsplanung inkl. Richtlinien zur Flächen- und Bebauungsplanung integriert werden. Ihre Förderung sollte an das Vorliegen eines wirksamen kommunalen Bebauungsplans geknüpft werden. Im Bebauungsplan sollte die Ackerzahl vermerkt werden. Sobald eine zu bestimmende Bodenqualität überschritten ist, sollte die Errichtung einer PV-FFA auf diesem Flurstück nicht genehmigt werden.

4. Die maximale Breite von Streifen entlang Autobahnen und Schienen, die bei der EEG-Vergütung für PV-Strom berücksichtigt werden können, sollte von 110 auf 200 m vergrößert werden.

Die bisherige Flächenkulisse entlang Transportwegen, die zur EEG-Förderung berechtigt ist, sollte keinesfalls eingeschränkt, sondern ausgeweitet werden, damit Bestandsanlagen vergrößert werden können oder Neuanlagen von geringeren projektspezifischen Kosten profitieren können. Bei Flächen entlang Transportwegen sollte die oben empfohlene Einschränkung der Ackerzahl *nicht* berücksichtigt werden.

5. Wir empfehlen eine nachhaltige und ressourcenschonende Gestaltung der Flächennutzung auf kommunaler Ebene in Deutschland, die nicht primär ökonomisch ausgerichtet ist. Im Hinblick auf die weltweite Ernährungssituation ist ein verantwortungsvoller, ressourcenschonender Umgang mit den in Deutschland verfügbaren fruchtbaren Böden essenziell. Eine ausschließliche Nutzung zur Stromerzeugung anstelle von Nahrungsmittelproduktion ist auf Böden mit hoher Bonität ethisch nur schwer vertretbar.

Generell sollte auf kommunaler Ebene bei der Erstellung der Flächennutzungspläne darauf geachtet werden, dass bei der Ausstellung eines Bebauungsplans für eine PV-FFA nicht nur die Steigerung

⁶ Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, www.bgr.bund.de

der Landnutzungsrate (Flächeneffizienz) und der ökonomische Nutzen im Fokus stehen, sondern sich auch ein ausgewogenes Verhältnis zwischen allen Möglichkeiten der Landnutzung und der sich daraus ableitenden Landfunktionen einstellt. Landfunktionen sind meist öffentliche Güter, wie bspw. Nahrungsmittelproduktion, Energieerzeugung, Erholungsraum, Wertschöpfung, Biodiversität und Umweltdienstleistungen/Klima. Dahingegen hängen Landnutzungsoptionen oftmals von privaten Interessen/Entscheidungen ab, wie bspw. der Entscheidung zum Gemüse- und Ackerbau, PV-FFA, APV, Obst- und Weinanbau. Im Spannungsfeld zwischen der Bereitstellung von öffentlichen Gütern und privaten Interessen sollte die Kommune sowohl auf ökonomische, als auch auf ökologische Aspekte und Betrachtungsweisen der Sozialverträglichkeit achten.

6. Kommunal festgelegte Vorrangflächen für PV-FFA sollten im Bieterverfahren bevorzugt berücksichtigt werden.

Da die Kommunen vor Ort die Bedürfnisse, Konfliktpotentiale und -strategien der einzelnen Betroffenen/Stakeholder am besten einschätzen können und eine Ausweitung der Flächenkulisse die Kompetenz der Länder und Kommunen stärkt, sollten die PV-FFA im Optimalfall auf ausgewiesenen Vorrangflächen errichtet werden. Im Bieterverfahren sollten diejenigen Akteure bevorzugt werden, die den Nachweis erbringen können, dass ihre PV-FFA-Investition eine ausgewiesene Vorrangfläche beansprucht. Der Vorteil wäre, dass durch eine solche Maßnahme zwischen den Kommunen eine Konkurrenzsituation entsteht, die eine zeitnahe Überarbeitung der Flächennutzungspläne zur Ausweisung von Vorrangflächen für PV-FFA forciert. Selbstverständlich könnte die Vorrangflächenplanung auch die APV-Systemtechnologie berücksichtigen und somit diese Empfehlung auch Gültigkeit für das zusätzliche Ausschreibungsdesign der APV-Systemtechnologie erhalten.

III) Für die Integration von APV in das Ausschreibungsdesign empfehlen wir:

7. Dass für HPV-FFA und APV getrennte Lose ausgeschrieben werden.

Viele der im Rahmen der jüngsten EEG-Novelle vorgebrachten Bedenken seitens der Landwirtschaft und des Umweltschutzes hinsichtlich der Ausweitung der Flächenkulisse für PV-FFA könnten durch die Anwendung der APV-Systemtechnologie entsprochen werden. Da die APV-Systemtechnik die simultane Erzeugung von PV-Strom und Nahrungsmittelproduktion auf derselben Nutzfläche ermöglicht, wird für APV-Anlagen die Ausweitung der Flächenkulisse auf alle Flächen empfohlen. Um ein Bewusstsein zu schaffen, dass verschiedene Innovationen im Bereich der PV-FFA möglich sind, empfehlen wir ausdrücklich, diese Innovationen zu unterstützen. Dadurch kann eine höhere Verträglichkeit der Technologie durch das Einbeziehen von gesamtwirtschaftlichen und Umwelt-Belangen, aber vor allem auch von gesellschaftlichen Dimensionen, erzielt werden.

8. Daraus ergibt sich, dass zusätzlich zu den 600 MWp pro Jahr für HPV-FFA

(a) in 2015 100 MWp für APV

(b) ab 2016 200 MWp für APV ausgeschrieben werden sollen.

Sowohl im Raumordnungsgesetz §2 Grundsätze der Raumordnung, als auch im Baugesetzbuch §5 Inhalt des Flächennutzungsplans werden Anlagen, die (i.) dem Klimawandel entgegenwirken und (ii.) der Anpassung an den Klimawandel dienen, explizit erwähnt. Da APV (i.) als elektrische EE-Betriebsstätte dem Klimawandel entgegenwirkt, (ii.) durch die symbiotische Landnutzung dem Landwirt als Konzept zur Erhöhung seiner Resilienz gegenüber dem Klimawandel dient und (iii.) zusätzlich durch die Mehrfachnutzung die Landnutzungseffizienz maßgeblich erhöht, sollte diese Systemtechnologie im Ausschreibungsdesign privilegiert werden. Darüber hinaus schlagen wir vor, die APV-Systemtechnologie solange zu berücksichtigen, wie die Bieterpreise unterhalb der höchsten EEG-Einspeisevergütung für PV-Aufdachanlagen liegen, damit keine zusätzlichen Kosten für den PV-Ausbau anfallen. Zudem sollte im Verhältnis zum Ausschreibungsdesign für HPV-FFA, für APV-Anlagen ein vereinfachtes Genehmigungsverfahren ermöglicht werden, indem ein ggf. bereits vorhandener Bebauungsplan für eine Sonderkultur geltend gemacht werden kann.

Die mit APV genutzten Flächen sollten nicht zur Kategorie „Sondergebiet Photovoltaik“ und damit zum Flächenverbrauch „Siedlungs- und Verkehrsfläche“ gezählt werden, sondern in den Flächen-

nutzungsplänen eine neue Sonderform der landwirtschaftlichen Flächennutzung eingeführt werden: „Sondergebiet Agrophotovoltaik“. Auch im Hinblick auf die gesellschaftliche Akzeptanz bietet die APV-Systemtechnik Vorteile gegenüber der herkömmlichen PV-FFA-Technologie, da durch APV keine fruchtbaren Böden der Nahrungsmittelproduktion entzogen werden. Vielmehr können die Pflanzen unterhalb einer APV-Anlage sogar einen Zusatznutzen durch die Technologie erfahren. APV kann in diesen Fällen als Resilienzkonzept dienen bspw. im Weinbau zur Anpassung an den Klimawandel und zur Vermeidung von Sonnenbrand im Obstanbau oder Mehrerträge im Ackerbau bei bestimmten Fruchtarten ermöglichen (siehe Anhang Teil 1).

Die APV-Nutzungskategorie „C“, Nutztierhaltung, bspw. APV-Weidesysteme mit Wiederkäuern (Schafe, Kühe) oder Hühnerhaltung sollte nicht im Ausschreibungslos für APV konkurrieren, sondern mit dem Auslosungsverfahren von HPV-FFA im Wettbewerb stehen und hierin gegenüber HPV-FFA bevorzugt behandelt werden. Diese Ausnahme zur APV-Regulierung wird damit begründet, dass für die Nutztierhaltung unterhalb HPV-FFA nur geringfügige technologische Modifizierungen notwendig sind und dadurch die APV-Kategorien A (Acker- und Gemüseanbau) und B (Sonderkulturen) im wirtschaftlichen Wettbewerb mit Kategorie C nur geringe Chancen zur Förderberechtigung im Ausschreibungssystem hätten.

9. Für die APV-Systemtechnologie empfehlen wir eine Ausweitung der Flächenkulisse auf alle Flächen, da bei APV der Flächenbedarf minimal ist und die landwirtschaftlichen Flächen weiterhin für die Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung stehen. Dies demonstrieren bspw. die in Frankreich oder Japan installierten APV-Anwendungen.

Außerdem sollte die Förderfähigkeit dazu an ein Gutachten geknüpft sein, das die Machbarkeit überprüft und bestätigt, dass die landwirtschaftlichen Erträge nicht drastisch reduziert werden.

10. V.a. sollten auch Sonderkulturen Berücksichtigung finden, bei denen bereits existierende Strukturen leicht mit APV kombiniert werden können (Hagelschutznetze im Obst- und Weinbau, Hopfengärten), wie bspw. die in Italien installierte APV-Systemtechnik als Resilienzkonzept im Weinbau zur Anpassung an den Klimawandel (siehe Kapitel 3 für weitere Informationen). Diesen Sondergebieten empfehlen wir in Bieterverfahren einen leichteren Zugang dadurch zu gewähren, dass im Bieterprozess die Ausweisung eines Sondergebiets Hopfen-, Obst- und Weinbau als gleichwertig zu dem ggf. geforderten Bebauungsplan bewertet wird.

11. Auflage eines begleitenden Forschungs- und Entwicklungsprogramms, das die Erforschung offener Fragestellungen (z.B. im Bereich Systemtechnik, Praxistauglichkeit, gesellschaftlicher Akzeptanz etc.) im Feld der APV-Technologie und insbesondere ihre Übertragbarkeit in Drittländer im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit ermöglicht (kombiniert aus Mitteln von BMBF und BMZ gemeinsam).

Da derzeit Ackerflächen von der Einspeisevergütung weitgehend ausgeschlossen sind, wird die Forschung an innovativen und intelligenten PV-FFA- bzw. APV-Technologien erschwert. Forschungsvorhaben, die von Seiten des Bundes oder des Landes als förderwürdig begutachtet wurden, sollten einen privilegierten Zugang zur Netzeinspeisung, Stromverteilung und Einspeisevergütung haben, damit die zu erwartenden Errichtungskosten der Versuchsanlage über die Stromeinspeisung finanziert werden können. Die Anreizregulierung der Energieversorgungsnetze, §25 und §25a, die für den Netzanschluss von Forschungs- und Entwicklungsprojektvorhaben (FuE) einen Zuschuss seitens der Bundesnetzagentur ermöglicht, könnte hier als rechtliche Anlehnung dienen. Eine Anreizregulierung für FuE-Vorhaben würde die Förderfähigkeit und somit die Umsetzung von innovativen PV-FFA- und APV-Ideen erheblich erhöhen, aber für die Allgemeinheit (Öffentlichkeit) eine nur geringfügige Mehrbelastung bedeuten.

Das Wuppertal Institut und das Fraunhofer ISE empfehlen daher parallel zum PV-FFA-Ausschreibungssystem die Umsetzung eines 100-Äckerprogramms mit dem Ziel, die Entwicklung von qualitativ hochwertigen Produkten für das PV-Freiflächenmarktsegment voranzutreiben. Durch ein solches 100-Äckerprogramm könnte eine Bewertung des bereits erreichten Standes der APV-Systemtechnik ermöglicht werden und für die heimische PV-Industrie, PV-Freiflächenanlagenbauer

und Zulieferer würde der noch erforderliche Entwicklungsbedarf bei netzgekoppelten APV-Anlagen mit mittelgroßer Leistung (bis max. 5MWp) aufgezeigt werden. In Kooperation mit Landmaschinenherstellern könnten völlig neuartige Landnutzungskonzepte erprobt werden. Die 100 ausgewählten Äcker könnten die HPV-FFA oder APV über das jeweilige Ausschreibungsdesign finanzieren und die etwaigen Mehrkosten für die Entwicklung innovativer Aufständungen über das Forschungs- und Entwicklungsprogramm finanziert werden.

Methodische Grundlage dieser Empfehlung ist die Auffassung, dass die Bundesregierung das Mandat, „die festgelegten Ausbauziele für erneuerbare Energien *kostengünstiger* zu erreichen“, nicht durch die Wahl eines engen und eindimensionalen Kostenbegriffs in das Gegenteil des vermutlich Gemeinten treiben sollte. Die Vorfestlegung im Text des Eckpunkte-Papiers („Dies soll durch die wettbewerbliche Ermittlung der Förderhöhe erfolgen.“) lässt diese Tendenz befürchten. Doch im Ausschreibungsmodell sind nicht alle Kosten erfasst, bspw. die Kosten des Flächenverbrauchs durch den EE-Ausbau werden externalisiert, indem höhere Pachtpreise für Ackerflächen ggf. zu höhere Lebensmittelpreise führen.

Besonders in ariden Gebieten können großflächige APV-Anlagen, bisherige für die agrarische Nutzung wegen zu hoher Sonnenstrahlung nicht oder nur schwer nutzbarer Flächen beschatten, so den Bewässerungsbedarf reduzieren oder Landwirtschaft überhaupt erst ermöglichen. Eine Ausweitung landwirtschaftlicher Flächen in ariden Gebieten bekäme so eine realistische Chance – eine Zurückdrängung der Wüstenbildung bekäme eine realistische Chance. Der APV-Strom kann z.B. auch für Meerwasserentsalzung genutzt werden und damit zusätzlich die Grundlage für Bewässerung bilden.

3. Beispiele für bestehende APV-Anwendungen

Im Folgenden werden einige bereits umgesetzte Beispiele für APV-Anwendungen aufgeführt:

Deutschland

In Bayern wurde an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Ende 2013 eine kleine APV-Anlage installiert (Abbildung 1). Dieser Installation gingen 2012 erste Experimente in Kooperation mit Fraunhofer ISE mit Salat unter einer Dummy-Anlage voraus. Qualitatives Ergebnis dieses Experiments war, dass die Salate unter der Anlage gut gediehen und somit die Flächennutzungseffizienz signifikant gesteigert werden konnte. Im Juni 2014 wurde die erste Kohl-Ernte unter der APV-Anlage eingeholt und soll nun quantitativ analysiert werden.

Italien

Seit Mai 2011 wurden in Norditalien drei mehrere Megawatt große APV-Anlagen von dem Unternehmen R.E.M. (Revolution Energy Maker) S.p.A. installiert (Abbildung 2 (a)). Die Entwicklung dieser Systemtechnik und die Installation der Anlagen wurde von einem interdisziplinären Team um den Betreiber R.E.M. durchgeführt. Bislang gibt es keine wissenschaftliche Begleitforschung, weshalb die Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion nicht beurteilt werden können. Allerdings sind nach Aussagen des Anlagenbetreibers die bisher realisierten Anlagen in der derzeitigen Ausgestaltung nicht wirtschaftlich rentabel, da die Kosten der Systemtechnik die zu erwartenden elektrischen und landwirtschaftlichen Umsätze weit übersteigen. Hauptgrund hierfür ist, dass die „Agrovoltaico“ Systemtechnik zwei-achsig der Sonne nachgeführt wird. Dies führt einerseits zu einer reduzierten Einstrahlung auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche und andererseits zu erhöhten Instandhaltungskosten.

Im Sommer 2011 wurde in Norditalien eine APV-Weinbau-Anlage installiert (Abbildung 3 (b)). Hierbei dient die APV-Systemtechnik der Erhöhung des Resilienz im Weinbau zur Anpassung an den Klimawandel. Herausforderungen im Weinbau sind u.a. die zunehmend stärkere Sonneneinstrahlung, die zu einem überdurchschnittlichen Zucker- und damit Alkoholgehalt führt, wodurch die Weinqualität negativ beeinträchtigt und die Vermarktung erschwert wird. Außerdem besteht die Gefahr, dass die Trauben Sonnenbrand bekommen. Des Weiteren leiden die Winzer unter vorgezogenen Erntezeiten wegen steigender Jahresdurchschnittstemperaturen. Zudem wird der maximale Zuckergehalt in den Trauben bei manchen Sorten erreicht, bevor die Aromen voll entwickelt sind.

Dies beeinträchtigt wiederum die Qualität des Weines negativ und erschwert die Koordination der Gärungsprozesse auch während der Erntelagerung. Durch eine gezielte APV-Verschattung im Weinanbau könnte in der Vegetationsphase die Sonneneinstrahlung und damit auch der Zuckergehalt reduziert sowie Sonnenbrand verhindert werden. Ergänzend könnte die Umgebungstemperatur am Rebstock gesenkt, somit die Reifezeit verlangsamt und die Erntezeit wieder nach hinten verschoben werden.

Frankreich

In Frankreich gibt es in der Nähe von Montpellier eine relativ kleine APV-Anlage, an der eine universitäre Forschungsgruppe experimentelle Studien im landwirtschaftlichen Bereich durchführt (Abbildung 4). Erste Ergebnisse mit Weizenkulturen wurden Ende 2011 veröffentlicht. Wie erwartet fielen die Erträge des lichtliebenden Weizens unter Beschattung etwas geringer aus als in der unbeschatteten Kontrollgruppe. Allerdings konnte die gleiche Forschergruppe schon im nächsten Jahr eine weitere experimentelle Studie mit vier verschiedenen Salatsorten publizieren. Diese Studie kam zu dem Ergebnis, dass Salate von Beschattung profitieren können. Das experimentelle Design zielt in beiden Studien auf die Ertragsentwicklung der Kulturpflanzen, während die Tauglichkeit der Trägerkonstruktion für die landwirtschaftliche Bearbeitung nicht Gegenstand des Projekts war. Auch die Ausrichtung der Modulreihen ist nicht für ein gleichmäßiges Pflanzenwachstum optimiert. Die französische Forschergruppe beruft sich in ihrer Veröffentlichung auf die Publikation des Fraunhofer ISE von 1982, in der Prof. Dr. Adolf Goetzberger und Dr. Armin Zastrow erstmalig auf den potentiellen Flächennutzungskonflikt zwischen PV-FFA und Nahrungsmittelproduktion aufmerksam gemacht haben.

Japan

Im April 2013 erließ das japanische Ministerium für Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei ein Gesetz, das fortan gestattet, PV-Anlagen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen zu installieren, wenn unter den Modulen weiterhin mindestens 80 % der landwirtschaftlichen Erträge erzielt werden. Ziel dieses Gesetzes ist, den Landwirten eine weitere Einkommensquelle zu eröffnen, ohne dass die, auch in Japan im Verhältnis zur Energieproduktion wenig lukrative Landwirtschaft aufgegeben werden muss. Bereits seit 2004 wird in kleinem Maßstab (bis 50kWp) an „Solar Sharing“-Anlagen geforscht und mit unterschiedlichen Beschattungsgraden experimentiert (Abbildung 5). Angebaut werden dort regional übliche Kulturen. Weitere und durchaus große japanische APV-Projekte sind in Planung.



Abbildung 1 APV-Anlage der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
(Quelle: Dr. V. Koch)



Abbildung 2 (a) Agrovoltaiico Anlage der Firma Revolution Energy Maker S.p.A in Norditalien, 2011
(Quelle: www.revolutionenergymaker.com)



Abbildung 3 (b) APV-Weinbauanlage in Italien (Quelle: Villa Crespia Estate, Arcipelago Muratori, Franciacorta, Brescia, Italien; Foto: E. Gimbel)



Abbildung 4 Agrivoltaic Anlage auf Versuchsflächen der Universität Montpellier, 2012 (Quelle: Prof. C.Dupraz)



Abbildung 5 APV-Projekt „Solar Sharing“, 2013 (Quelle: www.renewableenergyworld.com, Akira Nagashima)

Anhang

Teil 1 – Hintergrund zur APV-Systemtechnik

Bereits 1981 wurde von Fraunhofer ISE auf den oben dargestellten Landnutzungskonflikt zwischen dem Landwirtschaftssektor und der Energiewirtschaft hingewiesen und die Doppelnutzung mittels APV-Systemtechnik als Idee vorgeschlagen⁷. Seitdem wird die APV-Systemtechnik in mehreren Ländern, u.a. in Italien, Frankreich, Deutschland und Japan, erforscht und angewendet (siehe Kapitel APV-Anwendungen).

Definition: Agrophotovoltaik (APV) ist ein Anbausystem zur Produktion von landwirtschaftlichen Gütern unterhalb von PV-Modulen. APV-Anwendungen können in drei Kategorien unterteilt werden, (a.) Ackerbau, (b.) Sonderkulturen, bspw. Obst-, Hopfen-, und Weinbau sowie (c.) Nutztierhaltung, bspw. APV-Weidesysteme mit Wiederkäuern (Schafe, Kühe) oder Hühnerhaltung.

Im Acker- und Gemüsebau wird die APV auf eine Höhe von 5-7 m aufgeständert⁸, sodass Landmaschinen für die Feldbearbeitung ohne Probleme zum Einsatz kommen können. Die im Fraunhofer ISE Patent geschützte Systemtechnik ermöglicht ein Lichtmanagement, das den Pflanzen eine ausreichende Menge an Licht zur Verfügung stellt und eine homogene Strahlungsverteilung unter den Modulen gewährleistet, sodass die Kulturen auch unterhalb einer APV-Anlage gut gedeihen können. Im Obst- und Weinbau können bereits existierende Strukturen (wie z.B. Vorkehrungen zum Hagelschutz) modifiziert und mit PV-Anlagentechnik kombiniert werden. Auch im Hopfenbau können bestehende Strukturen durch eine APV-Anlage ergänzt werden. APV-Projekte werden vornehmlich dezentral durch Landwirte, Bürgergenossenschaften und KMUs ins Leben gerufen, wodurch das lokale Unternehmertum angeregt und die Wertschöpfung in der Region sowie die ländlichen Entwicklung gefördert werden können. Die Größe eines durchschnittlichen APV-Projekts wird sich in West- und Süddeutschland zwischen 3-5 MWp bewegen. In Ost- und Norddeutschland, wo größere Flurstücke vorherrschend sind, ist mit größeren APV-Anlagen zu rechnen.

Stand der Forschung: In 2011 entwickelte Fraunhofer ISE in einem Eigenforschungsprojekt ein Simulationsprogramm, das die Sonneneinstrahlung in der Vegetationsphase der Pflanzen unter einem APV-Feld mit unterschiedlichen Anordnungen der PV-Module modelliert und dadurch die Optimierung der Summe von Photosynthese- und Photovoltaikerträgen ermöglicht. Durch die Kombination von PV und Pflanzenbau wird eine bessere Lichtausbeute erzielt und ähnlich wie bei einem nach FAO-Standard definierten Integrierten Lebensmittel- und Energiesystem (IFES = Integrated Food and Energy System) ermöglicht die höhere Landnutzungseffizienz eine schonendere Nutzung der Ressource Boden. Die Simulationen ergaben, dass in einer APV-Anlage ein erhöhter Reihenabstand der PV-Module notwendig ist, um eine ausreichende Lichtverfügbarkeit für das Pflanzenwachstum zu gewährleisten. Durch den höheren Reihenabstand, der ca. das 1,4fache des herkömmlichen Reihenabstands betragen sollte, beträgt die installierte Leistung einer APV-Anlage 360 kWp/ha. Außerdem wurden detaillierte Recherchen zur Abschätzung der Auswirkungen reduzierter Sonneneinstrahlung auf das Wachstum der bedeutendsten Nutzpflanzen in unseren Breiten und damit zugleich auf die Ertragsentwicklung in einem APV-System durchgeführt. Die Kulturen konnten in drei Kategorien eingeteilt werden, abhängig von ihrer Ertragsentwicklung bei Beschattung. Pflanzen mit hohem Lichtbedarf (z.B. Mais) reagieren schon bei geringer Beschattung mit Ertragsreduktionen (Kategorie „-“), während sich bei vielen Arten eine mäßige Beschattung nicht ertragsreduzierend auswirkt (Kategorie „0“, z.B. Raps). Schließlich gibt es Kulturen, für die eine Beschattung positive Auswirkungen auf die Ertragsmengen hat (Kategorie „+“, z.B. Kartoffel).

⁷ Goetzberger A. & Zastrow A.; 1982, On the Coexistence of of Solar-energy conversion and plant cultivation. International Journal of Solar Energy 1982, S. 55-69

⁸ Abhängig von der Höhe der einzusetzenden Maschinen für Bodenbearbeitung, Pflanzenschutz, Ernte etc.

Eine konservative Abschätzung⁹ des in Deutschland realisierbaren APV-Potentials ergab, dass APV mit 53 GWp einen bedeutenden Beitrag zur regenerativen Energieerzeugung leisten kann (wofür 120.000 ha Land benötigt werden). Basierend auf diesen vielversprechenden Ergebnissen wurde im Rahmen des FhG-ISE-Eigenforschungsprojekts 2012 eine Patentanmeldung eingereicht (DE 10 2012 002 551 A8, WO 2013/117722 A1 "Verfahren zur simultanen Kultivierung von Nutzpflanzen und energetischen Nutzung von Sonnenlicht") Aufgrund des positiven Rechercheberichts wird aktuell in Europa und Japan die nationale Phase der Patenteintragung eingeleitet. Abgesehen von den beschriebenen theoretischen Vorarbeiten liegen auch erste praktische Erfahrungen vor. Allerdings gibt es bislang nur wenige experimentelle Daten zur Ertragsquantität. Mögliche Folgen für die Ertragsqualität wurden bisher nicht untersucht. Diese Fragen sollen in einem geplanten Forschungsprojekt bearbeitet werden, das das Fraunhofer ISE gemeinsam mit weiteren Projektpartnern beim BMBF beantragt hat.

Vorteile von APV und ihr Potential als Resilienzkonzept zur Anpassung an den Klimawandel

Durch die doppelte Nutzung einer landwirtschaftlichen Fläche ergeben sich für verschiedene Akteure diverse Vorteile:

Wer profitiert?	Wodurch?
Anlagenbetreiber	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten für Wildwuchsbekämpfung entfallen • Kosten für Umzäunung entfallen
Anlagenbetreiber & Landwirt	<ul style="list-style-type: none"> • Pacht wird niedriger, da sich die beiden Landnutzer die Pacht gemäß Burden-Sharing-Prinzip teilen
Landbesitzer	<ul style="list-style-type: none"> • Insgesamt ggf. höhere Pacht
Landbesitzer, der zugleich Anlagenbetreiber und Landwirt ist	<ul style="list-style-type: none"> • Wert der Fläche steigt • Höherer gesamter Flächenoutput • Einkommensdiversifizierung, höhere Flexibilität • Anpassung an den Klimawandel • Geringere Energiekosten wegen Strom-Eigenverbrauch • Gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit

APV ermöglicht nicht nur eine Entschärfung potentieller Landnutzungskonflikte und eine Einkommensdiversifizierung im landwirtschaftlichen Sektor, sondern bietet zugleich auch denjenigen landwirtschaftlichen Kulturarten Schutz vor Strahlungsstress, die unter der im Zuge des Klimawandels in Deutschland zunehmenden UV-B Strahlung leiden. Zudem kann APV auch vor Schäden durch Extremwetterereignisse (Starkregen, Hagel, Trockenperioden, etc.) schützen.

Teil 2 – Hintergrund zur Kostenentwicklung von PV-FFA und deren EEG-Einspeisevergütung

Bis Ende des nächsten Jahrzehnts (rund 2030) werden die Stromgestehungskosten von PV-Anlagen weiter sinken: Bei HPV-FFA auf ca. €0,055 bis €0,094/kWh und selbst kleine dachinstallierte PV-Anlagen werden mit Onshore-Wind und den bis dahin zu erwartenden gestiegenen Stromgestehungskosten von Braunkohle (€0,06 bis €0,08/kWh), Steinkohle- (€0,08 bis €0,11/kWh) und Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerken (€0,09 bis €0,12/kWh) konkurrieren können. Die spezifischen PV-Anlageninvestitionen liegen dann bei €570 bis €1.020/kWp. HPV-FFA in Süddeutschland werden die durchschnittlichen Stromgestehungskosten aller fossilen Kraftwerke bis zum Jahr 2030 deutlich

⁹ Berücksichtigt wurden ausschließlich Flächen, auf denen Pflanzen der Kategorien „0“ und „+“ angepflanzt wurden. Zudem wurde angenommen, dass von diesen Flächen aufgrund technischer Gesichtspunkte nur 10 % geeignet sind.

unterbieten¹⁰. Im letzten Jahrzehnt ist die Vergütung von Strom aus HPV-FFA stetig gesunken (vgl. Abbildung 6): Während 2004 diese noch mit €0,457/kWh vergütet wurden, beträgt die heutige (Stand: 01. Juli 2014) EEG-Vergütung für HPV-FFA nur noch €0,0892/kWh. Die sinkenden EEG-Einspeisevergütungen für HPV-FFA spiegeln die geringeren spezifischen PV-Investitionskosten wider. Im Jahr 2010 beliefen sich die durchschnittlichen PV-Investitionskosten auf rund €1.560/kWp, während sich heute (Stand: 01. Juli 2014) PV-FFA-Investitionskosten auf etwa €950/kWp belaufen.

Ergebnisse einer DIW-Studie¹¹ zeigen, dass die ohnehin in den letzten Jahren stark gesunkenen HPV-FFA Investitionskosten sich in den kommenden Jahrzehnten nochmals mehr als halbieren werden und für das Jahr 2050 auf rund €425/kWp geschätzt werden (vgl. Abbildung 7).

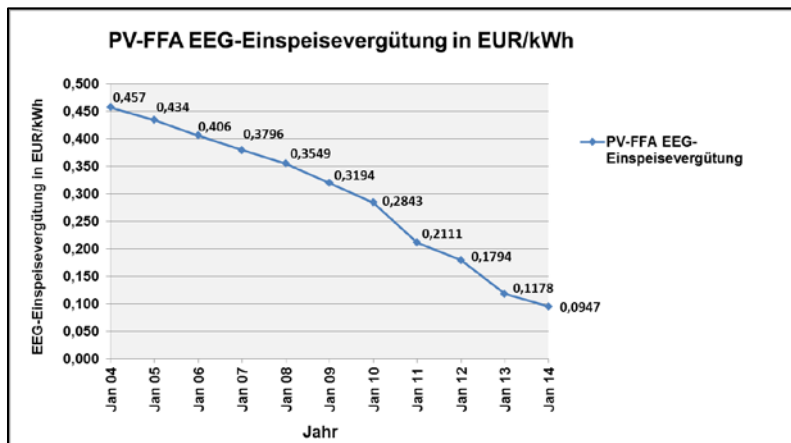


Abbildung 6 EEG-Einspeisevergütung von PV-FFA zwischen 2004 und 2014 jeweils zum 1. Januar (Quelle: Fraunhofer ISE, Daten: BSW-Solar)

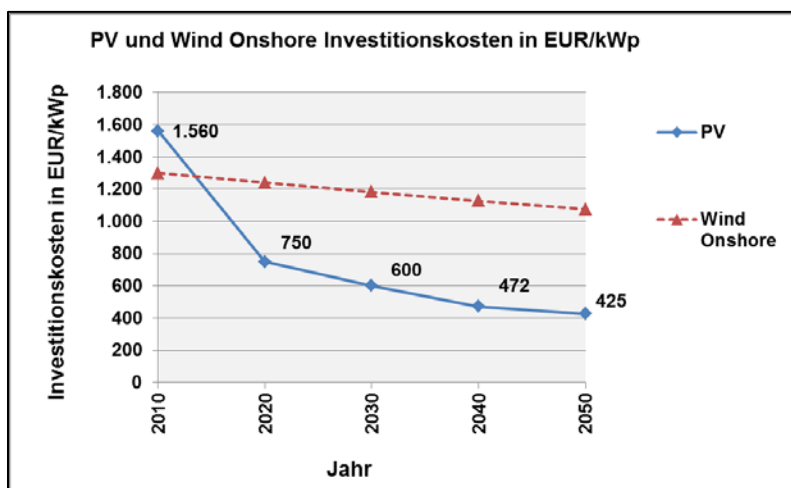


Abbildung 7 Investitionskosten für PV-FFA bis 2050 (Quelle: Fraunhofer ISE, Daten: DIW)

¹⁰ Kost et al., 2013, Fraunhofer ISE

¹¹ Schröder et al., 2013, Current and Prospective Costs of Electricity Generation until 2050

Teil 3 – Details zur Diskussion um Landnutzungskonflikte durch den Ausbau der Erneuerbare Energien in Deutschland und weltweit

Es ist erklärtes Ziel der Bundesregierung¹², dass der Anteil EE am Bruttoendenergieverbrauch von derzeit 12,4 % (2012) auf über 60 % ansteigt. Gemäß der Fraunhofer ISE Studie „100% Erneuerbare Energien für Strom und Wärme in Deutschland“ wird in einem der betrachteten Ergebnis-Systeme die installierte Leistung für PV rund 200 GWp betragen¹³. Angenommen der heutige Anteil von HPV-FFA (rd. 9.320 MWp) an der gesamten installierten PV-Leistung (38.540 MWp) bleibt bis dahin konstant, ergibt sich daraus ein installierte HPV-FFA-Leistung von rund 48 GWp und ein Flächenbedarf von ca. 85.000 ha oder ca. 0,7 % der in Deutschland zur Verfügung stehenden Ackerfläche. Auf einer Ackerfläche von 85.000 ha könnten ca. 340.000 Menschen pro Jahr ernährt werden¹⁴. Gemessen an der zur Verfügung stehenden Ackerfläche in Deutschland (ca. 11,9 Mio. ha) und dem geringen Flächenbedarf, der für den Ausbau der HPV-FFA benötigt wird, gibt es somit keinen wirklichen Konflikt mit der landwirtschaftlichen Nutzung. Zudem können HPV-FFA einen deutlichen Mehrwert für die Landwirtschaft in der Umgebung schaffen, bspw. durch die Erhöhung der Weideflächen für Bienen und Artenschutz für Arten der roten Liste. Betrachtet man allerdings über die Grenzen Deutschlands hinweg die Situation fruchtbaren Ackerböden, wird deutlich, dass eine ressourceneffiziente Landnutzung schon heute von immenser Wichtigkeit ist.

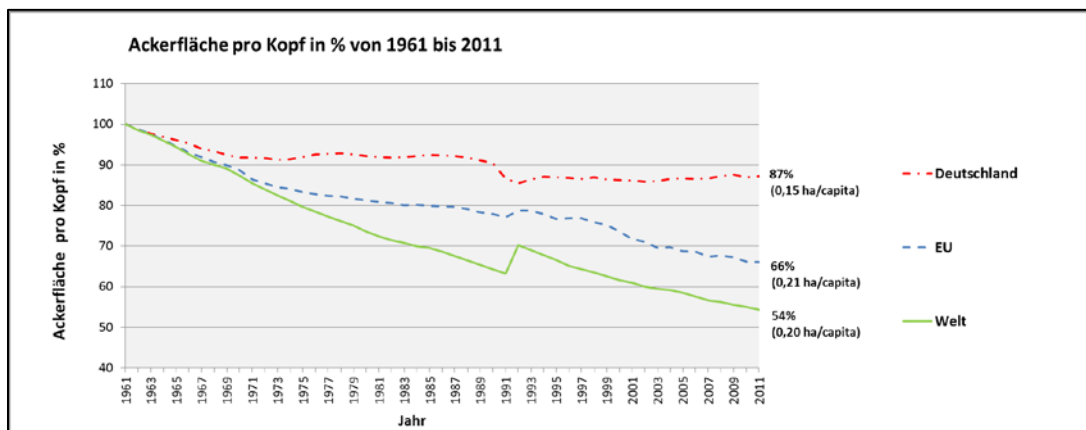


Abbildung 8 Ackerfläche pro Kopf in % von 1961 bis 2011 (Quelle: Fraunhofer ISE, Daten: Weltbank)

Seit 1961 ist die weltweit zur Verfügung stehende Ackerfläche pro Kopf um rund 46 % (!) gesunken (vgl. Abbildung 8). Steigende Bevölkerungszahlen und wachsender Wohlstand (und damit verbunden eine anspruchsvollere Ernährung, die vor allem durch den höheren Fleischkonsum einen höheren Flächenbedarf mit sich bringt), Bodendegradation, der Ausbau von Infrastruktur, Wirtschaftswachstum und der globale Klimawandel werden den Druck auf die begrenzte Ressource Boden weiter drastisch erhöhen. Ohnehin verfügt Deutschland mit durchschnittlich 0,15 Ha pro Kopf im internationalen Vergleich über eine sehr geringe Ackerfläche zur Produktion von Nahrungsmitteln. Im Verhältnis zur gesamten Europäischen Union (EU), die in den vergangenen 50 Jahren ca. 33 % an Ackerfläche pro Kopf verloren hat, verlor Deutschland nur ca. 13 % Ackerflächen pro Kopf im selben Zeitraum. Jeder Hektar Ackerland, der in Deutschland verloren geht, bedarf einer größeren Fläche anderswo, um die gleiche Menge an Nahrung zu erzeugen, da die Ertragsqualität deutscher Böden im internationalen Vergleich überdurchschnittlich hoch ist.

Damit der Ackerflächenverbrauch auch weiterhin möglichst gering bleibt, sollte die Systemeffizienz von HPV-FFA erhöht werden. Zukünftig kann APV einen wesentlichen Beitrag zur Ernährungssicherung und Armutsbekämpfung leisten.

¹² Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung (2010)

¹³ Fraunhofer ISE, November 2012, Hans-Martin Henning, Andreas Palzer

¹⁴ Angenommen, der jährliche durchschnittliche Nahrungsmittelverbrauch pro Person in Deutschland bleibt bei rund 700kg Mischkost konstant und es werden dafür weiterhin ca. 2.523 m² Ackerfläche benötigt. (Quelle: Deutsche Gesellschaft für Ernährung DGE)